Algen und „Nicht-Algen“

Elsa KUSEL-FETZMANN & Hermann KUSEL

Abstract: **Algae and ‘No-Algae’.** This paper gives a view of the way of life, different stages of development and structure of the eucaryotic algae. Formerly Cyanophyceae (‘bluegreen algae’), now Cyanoprocaryota, are described in cellstructure and some in macroscopic and microscopic appearance. ‘No-Algae’ may sometimes appear as to be algae, here demonstrated on two examples. An overal view is given about the ecological, economical and prospective importance of algae and Cyanobacteriota.

Key words: Algae, Algal stages of development, Cyanobacteriota, Algal-like ‘No-Algae’.

Einleitung

Algen im engeren Sinn und „Blaualgen“, heute Cyanobakterien (Cyanoprocaryota) schaffen es immer wieder, in die Schlagzeilen der Presse und in Fernsehberichte zu gelangen, wenn Planktonmassen als „Algenblüten“ eine Sperre von Badestränden erforderlich machen. Zudem errichten viele Grundbesitzer ein privates Feuchtbiotop oder Schwimmbecken und stehen dann bei unsachgemäßer Errichtung und Pflege oft ratlos vor einer unerwünschten starken Algenentwicklung. In diesem Beitrag sollen Kenntnisse von Algen und ihrer Bedeutung vermittelt werden.

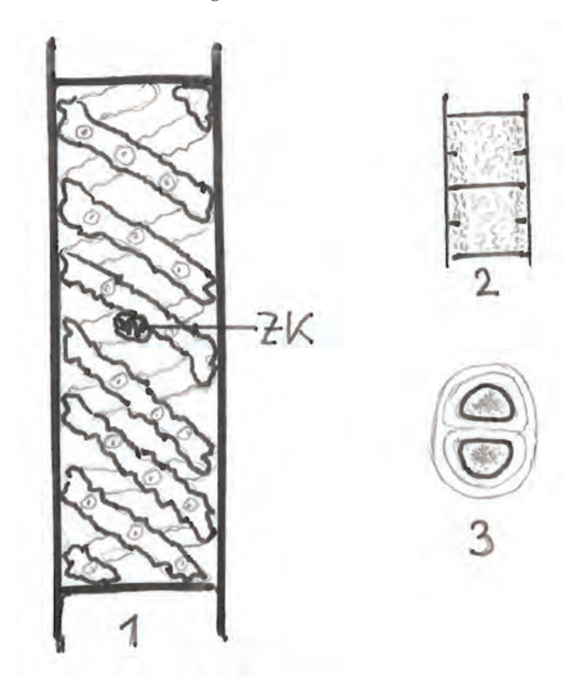


Abb. 1: (**1**) Eukaryotische Zelle einer Schraubenalge (*Spirogyra*); (**2, 3**) Zellen von Cyanobakterien (Cyanoprocaryota).

A. Eukaryotische Algen

Algen sind primär photoautotrophe Pflanzen in verschiedener Organisationshöhe. Im Plankton findet man Einzeller und mehrzellige Aggregate. Festsitzende Formen wachsen krustenförmig, ein- bis vielschichtig, fädige Algen sind ein- bis mehrreihig, auch schon mit Differenzierungen in Rindenzellen, Haarzellen, geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane (Gametangien und Sporangien). Unter den marinen Braunalgen gibt es viele Meter große Tange mit Organdifferenzierungen, die an Wurzel, Stamm und Blätter von Blütenpflanzen erinnern. Der anatomische Bau ist aber viel einfacher. Ein bebildertes Bestimmungsbuch von Süßwasseralgen unter dem Mikroskop ist der Kosmos Algenführer von LINNE VON BERG et. al. (2012). Ein Farbbildführer zu Grün-, Braun- und Rotalgen der Weltmeere ist das Buch „Meeresalgen“ von BRAUNE (2008).

Algen leben im Meer, in Seen und Fließgewässern, Mooren und Sümpfen, als Symbiosepartner in Flechten, Korallen und anderen Tieren, auch als Landalgen an Felsen: *Trentepohlia aurea* auf Kalk, *T. iolithus* auf Silikatgestein. Bekannt sind auch die grünen Algenüberzüge auf Mauern, Zäunen und Bäumen, bevorzugt auf deren Wetterseite. Auf Schnee und Gletschereis entsteht bei Sonneneinstrahlung ein Wasserfilm, dort findet man ebenso Algen wie in Wüsten unter durchscheinenden Steinen, wo bei Abkühlung Kondensfeuchtigkeit entsteht.

Eukaryotische Algen lassen im Mikroskop einen Zellkern (Abb. 1: ZK) erkennen im Gegensatz zu den früher zu den Blaualgen gezählten Cyanobakterien (Cyanoprocaryota).

Denisia **33**,
zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums
Neue Serie **163** (2014): 303-312

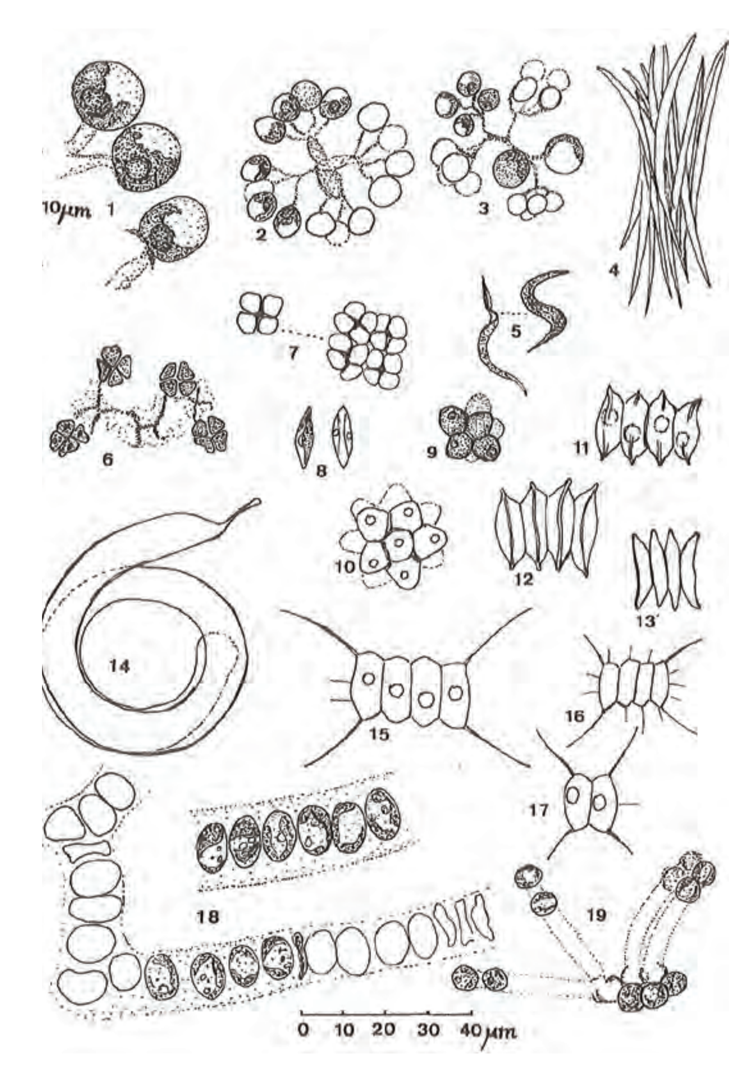


Abb. 2: Phytoplankton aus dem Neusiedlersee, nach KUSEL-FETZMANN (1974). (**1**, **2**, **3**)) *Dictyosphaerium pulchellum.* (**4**): *Ankistrodesmus falcatus*. (**5**) *A. falcatus var. spirilliformis*. (**6**, **7**) *Crucigenia tetrapedia*. (**8**) *Elakatothrix* sp. (**9**, **10**) *Coelastrum microporum.* (**11**, **12**) *Scenedesmus acutiformis*. (**13**) *Sc. acutus*. (**14**) *Ophiocytium majus*. (**15**, **16**, **17**) *Scenedesmus spinosus*. (**18**) *Phaeothamnium confervicola*. (**19**) *Mischococcus confervicola.*

Algenplankton (Phytoplankton)

Während es in stehenden Gewässern viele Untersuchungen des pflanzlichen Planktons gibt, sind solche in Fließgewässern schwieriger und schwer untereinander vergleichbar. Die Lebensbedingungen in Fließgewässern ändern sich oft rasch und besonders stark: jahreszeitlich verschiedene Wasserführung, Strömungsgeschwindigkeit und Trübung durch Schwebstoffe, der Nährstoffeintrag nach Überschwemmungen etc. Im Rahmen der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung erschien eine umfangreiche (376 Seiten) Arbeit über Plankton und Benthos der Donau (KUSEL-FETZMANN et al. 1998).

Planktonalgen verhindern ihr langsames Absinken in lichtärmere Tiefen durch Öl als Reservestoff (Auftrieb!), aktive Geißelbewegung, Vereinigung von Zellen zu Zellketten oder kugelförmigen Aggregaten. Zur Vergrößerung der Reibung im Wasser bilden sie auch häufig Fortsätze, die in wärmeren Gewässern wegen der geringeren Viskosität des Wassers größer sind als in kalten Gewässern (Abb. 2).

Formenvielfalt bei Einzellern

Schon bei Einzellern gibt es eine verblüffende Fülle von Zellformen, für die besonders die Gruppe der pittoresken Zieralgen (Desmidiaceen) bekannt ist. Neben den unterschiedlichen, schönen Zellformen gibt es auch hier spezifische Fortsätze, die als Schwebeeinrichtung dienen. Einen kleinen (!) Ausschnitt spezifischer Zellformen soll Abb. 3 vermitteln.

Feinstrukturen bei Kieselalgen im Elektronenmikroskop

Die unglaublich artenreichen, kosmopolitischen Kieselalgen (Bacillariophyceae, auch Diatomeae) sind für Algenforscher eine schwierige Gruppe. Die Zellgröße einer Art kann durch den spezifischen Teilungsmechanismus stark schwanken, zudem sind die Zellstrukturen am Lebendmaterial nicht immer deutlich genug zu sehen. Ihre toten, durch Ausglühen gewonnenen Kieselsäureschalen offenbaren dagegen fantastische spezifische Strukturen, besonders im Elektronenmikroskop (Abb. 4).

Endophytische Grünalge: *Endoderma perforans*

Bei mehreren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Grünalge *Endoderma perforans* sowohl als spärlich verzweigte Fäden frei im Detritus, frei am Gewässerboden oder endophytisch wächst, z.B. in *Chara* (Armleuchteralge) oder *Zostera marina* (kleines Seegras). In deren Zellen erscheint sie wie ein ungewöhnlicher Zellinhalt (Abb. 5).

Epiphytische Braunalge: *Porterinema fluviatile*

Epiphyten wachsen auf anderen Pflanzen als „Aufsitzer“ ohne zu parasitieren. Aufwuchsalgen können aber auch epizoisch auf Tieren wachsen. *Porterinema fluviatile* gedeiht als einzige binnenländische Braunalge nicht in reinem Süßwasser, sie ist typischerweise eine Brackwasseralge. Sie wurde im Neusiedlersee von GEITLER (1970) noch als *Apistonema expansum* beschrieben. Inzwischen wurde sie epizoisch auf den Hydrocauli (“Stielen“) der Hydrozoe *Cordylophora caspia* an vielen Stellen des Neusiedlersees gefunden (Abb. 6; Kusel-Fetzmann in Druck).

Krustenförmiger Algenwuchs

Krustenförmig wachsende Algen können aus lediglich einer Zellschicht bestehen oder massiv mehrschich-

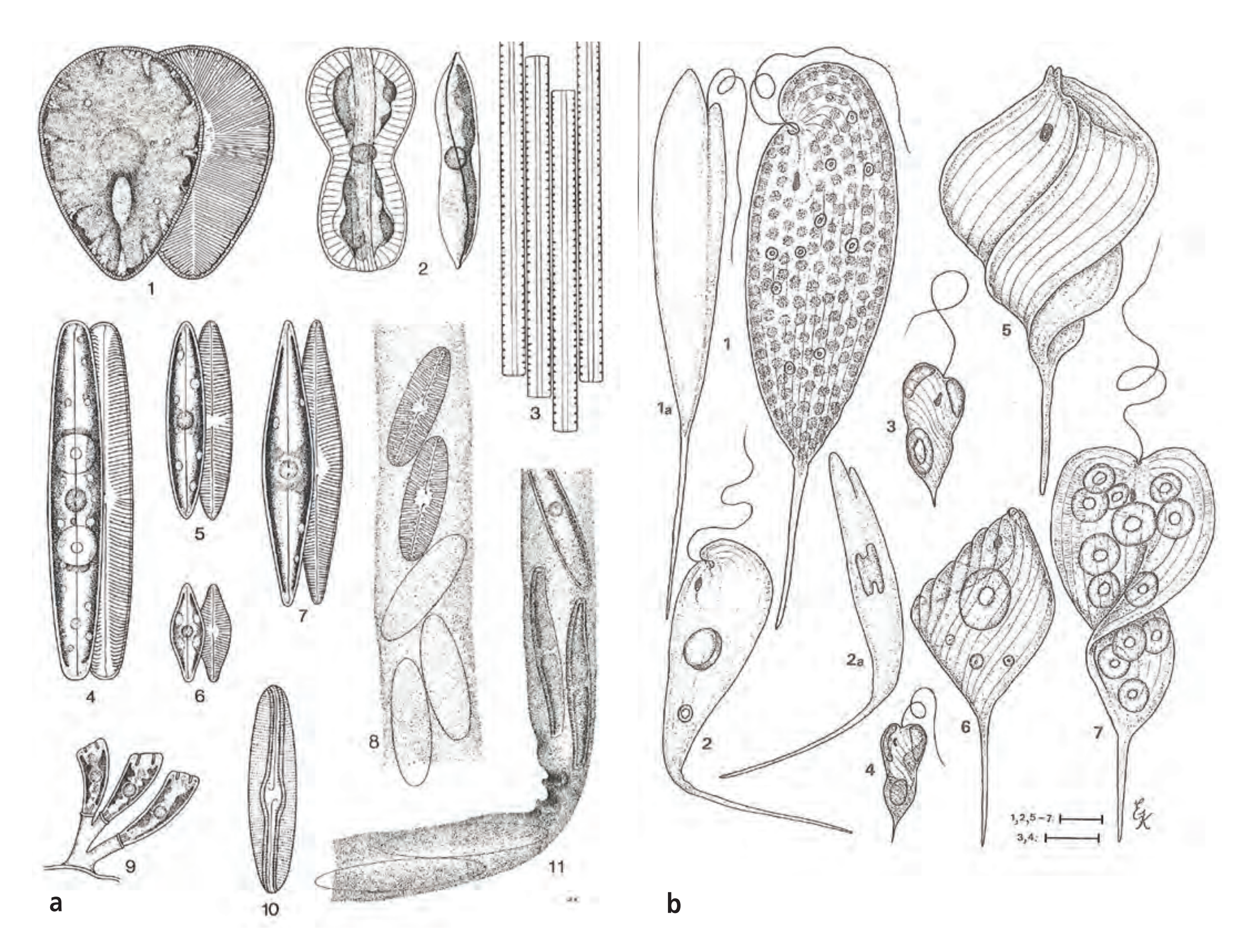


Abb. 3: **a**: Beispiele verschiedener Zellformen bei Kieselalgen (*Bacillariophyceae*), nach KUSEL-FETZMANN (1979): (**1**) *Surirella peisonis.* (**2**) *Amphiprora costata*. (**3**) *Bacillaria paradoxa*. (**4**) *Navicula oblonga*. (**5**) *Navicula gracilis*. (**6**) *Navicula cryptocephala*. (**7**) *Navicula radiosa*. (**8**) *Cymbella lacustris.* (**9**) *Rhoicosphenia curvata*. (**10**) *Scoliotropis peisonis*. (**11**) *Nitzschia filiformis.* **b**: Beispiele verschiedener Zellformen bei *Phacus* (*Euglenophyceae*), nach KUSEL-FETZMANN (2002). (**1**) *Phacus elegans.* (**1a**) Seitenansicht. (**2**) *Phacus lismorensis*, (**2a**) Seitenansicht. (**3**, **4**) *Phacus aenigmaticus*. (**5**) *Phacus helikoide*s. (**6**) *Phacus circumflexus*. (**7**) *Phacus* cf. *multiannulatus*.

tig werden wie bei marinen Rotalgen der Familie der Corallinaceae. Diese können durch Inkrustierung der Zellwände mit Kalk sogar beträchtlich an der Korallenriffbildung beteiligt sein. Im Süßwasser wachsen *Heribaudiella fluviatilis* (Braunalge) auf Steinen und anderem festen Substrat als braune Krusten, *Hildenbrandia rivularis* (Rotalge) als rote Krusten. So entstehen richtig bunte Steine, wie dargestellt in Abb. 7.

Heteromorpher Generationswechsel: *„Aglaozonia"* und *Cutleria*

Manche Algen durchlaufen in ihrem Entwicklungszyklus morphologisch ganz verschiedene Stadien. Daraus folgend hat ein heteromorpher Generationswechsel zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generation wiederholt zu verschiedener taxonomischer Benennung für die Generationen derselben Art geführt, z.B. bei *Cutleria* (Braunalge): ungeschlechtliche Generation krustenförmig, lappig, benannt *Aglaozonia*; geschlechtliche Generation *Cutleria* aufrecht, bandförmig, vielfach unregelmäßig bis fast gabelig geteilt, mit männlichen und weiblichen Gametangien beiderseits an der Oberfläche (Abb. 8).

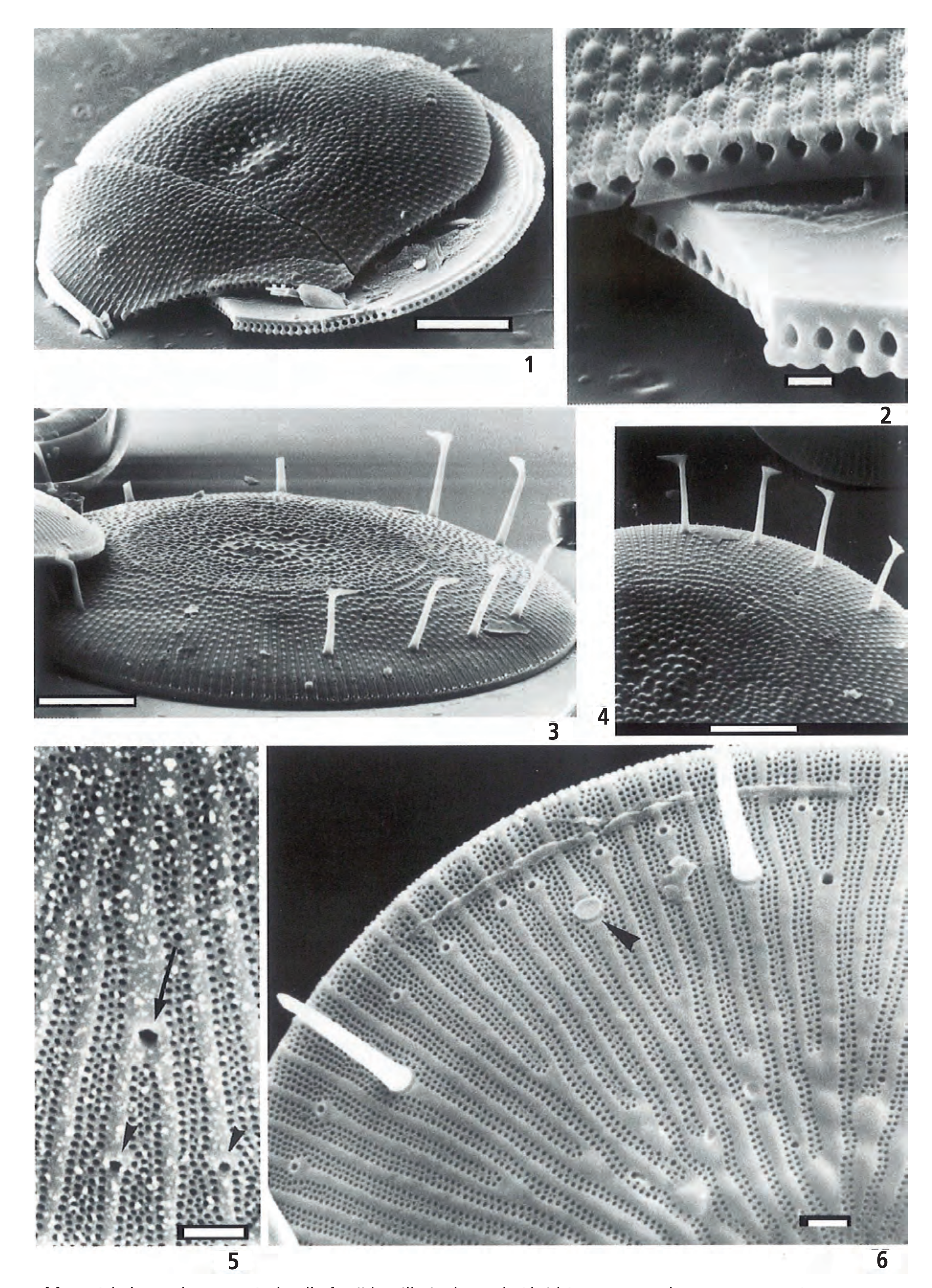


Abb. 4: Schalenstruktur von *Cyclotella fottii* (*Bacillariophyceae*), Ohrid See, REM, nach KUSEL-FETZMANN & LOSERT (2001). (**1**) Außenansicht. (**2**) Detail aus 6. Bruchkante. (**3**, **4**) Valva mit hakenförmigen Dornen. (**5**) Radialstreifen mit Areolen, dazwischen Rippen mit Mündung einer Rimoportula (Pfeil) und Mündungen von Fultoportulae (Pfeilspitzen). (**6**) Teil einer Valva mit einfachen Dornen: Abbruchstelle eines Dorns (Pfeilspitze); Öffnungen von Fultoportulae und einer Rimoportula. Balken = 10 µm (6, 8, 9, 11) bzw. Balken = 1µm (7, 10).

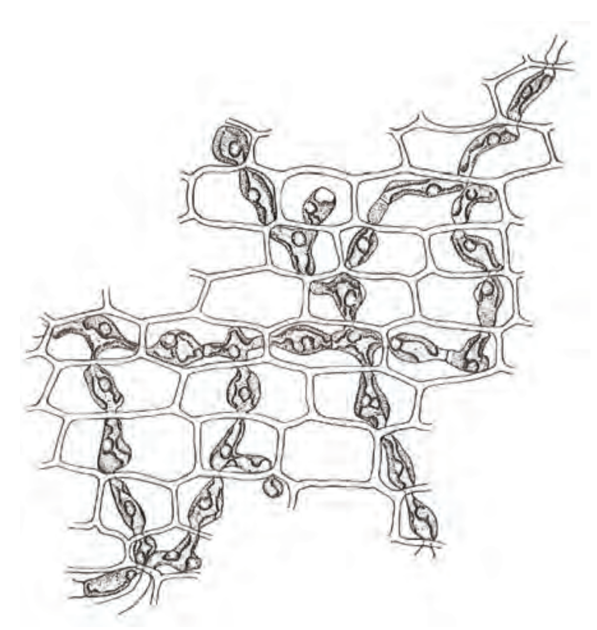


Abb. 5: *Endoderma perforans* in der Epidermis von *Zostera marina* (kleines Seegras), nach Fetzmann (1960).

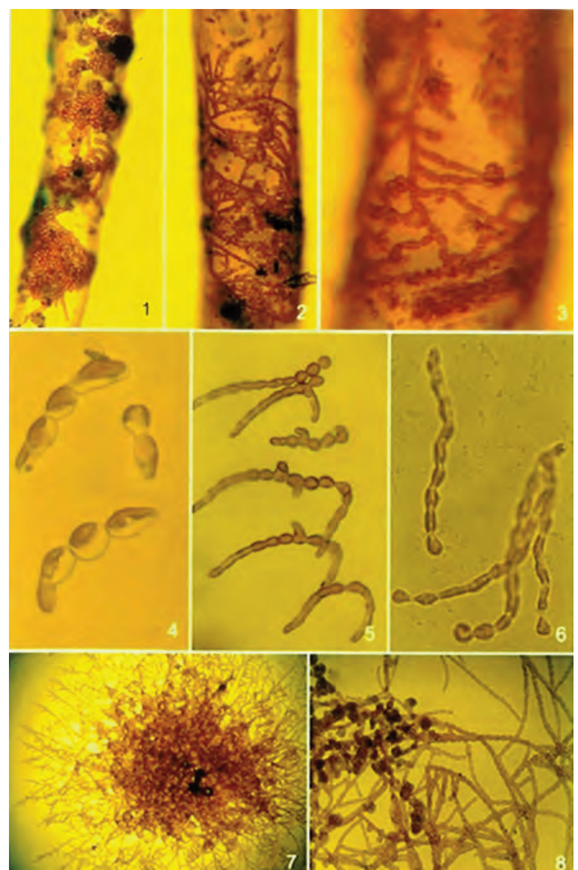


Abb. 6: *Porterinema fluviatile* als Aufwuchsalge und in Kultur, nach Kusel-Fetzmann, in Druck. (**1**, **2**) *Porterinema* epiphytisch auf *Vaucheria* - Gelbgrüne Algen (Xanthophyceae). (**3**) *Porterinema* epizoisch auf einem Hydrocaulus von *Cordylophora caspia* (Hydrozoa). (**4**) Frisch gekeimte Sporen von *Porterinema* in Kultur auf Glas. (**5**, **6**) Keimlinge von *Porterinema* wachsen auf Glas in Richtung des Lichteinfalls. (**7**) Thallus auf Glas, im Zentrum dichtes aufrechtes Geflecht, am Rand radial kriechende Fäden. (**8**) Ausschnitt aus 7 mit dunklen Sporangien.

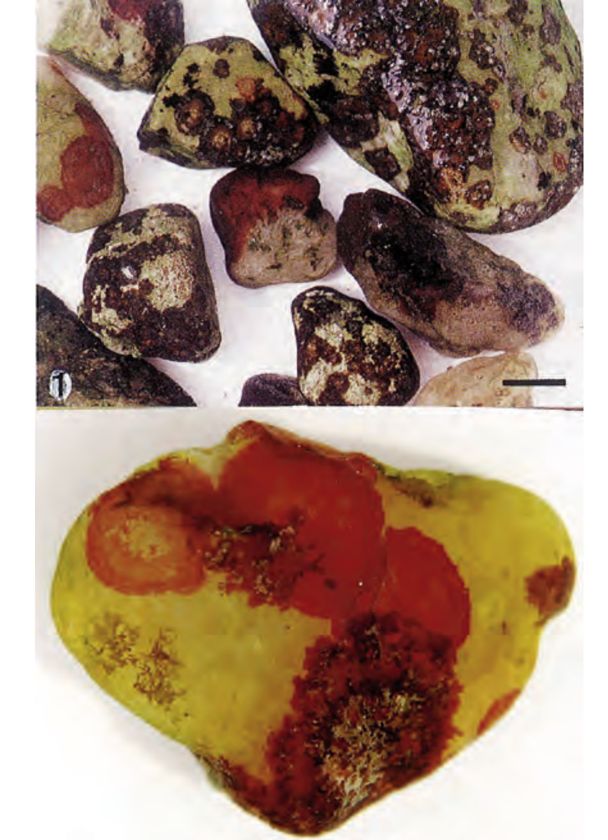


Abb. 7: **„**Bunte Steine“: Algenkrusten von *Heribaudiella fluviatilis* – braune Flecken (Braunalge), Algenkrusten von *Hildenbrandia rivularis* – rote Flecken (Rotalge). Der Strich im oberen Bild entspricht 1 cm, nach Kusel-Fetzmann (1996).

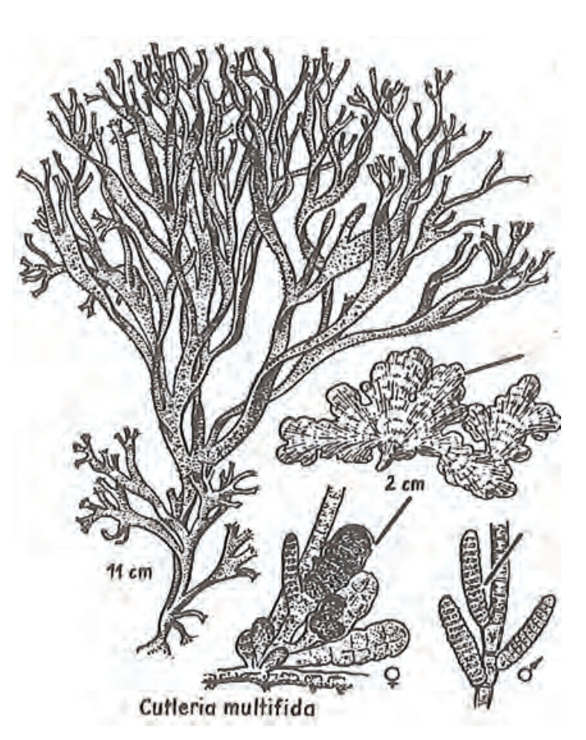


Abb. 8: Krustenförmige *Aglaozonia* und bandförmige *Cutleria* mit Gametangien, nach Riedl (1983). Bandförmige *Cutleria* (Geschlechtsgeneration). Krustenförmige *Aglaozonia* (ungeschlechtliche Generation). Großzellige weibliche Makrogametangien (**I**). Kleinzellige männliche



Abb. 9: Gallertklumpen von *Nostoc* (Cyanobakterien, Cyanoprocaryota).



Abb. 10: **„**Algenauftriebe" von Oscillatorien (Cyanobakterien, Cyanoprocaryota).

B. Prokaryotische Cyanobakterien und andere „Nicht-Algen"

Die noch vor wenigen Jahrzehnten zu den Algen gezählten „Blaualgen" bilden heute als Cyanobakterien (Cyanoprocaryota) gemeinsam mit den Bakterien (Eubacteria, heute Schizomycetes) die Gruppe der Procaryota. Den Zellen fehlen Zellkern, Mitochondrien, membranbegrenzte Plastiden, von einem Tonoplast umgebene Zellsaftvakuolen und anderes. Die DNA befindet sich in körnigen, stab-, netz- oder fadenförmigen Elementen (Kernäquivalent). Cyanobakterien sind weltweit verbreitet in verschiedenen, oft extremen Lebensräumen, sind fallweise auch mit freiem Auge als gallertige Masse sichtbar (*Nostoc*) oder als „Algenauftriebe" (*Oscillatoria*), bilden gefärbte, oft giftige Wasserblüten (*Microcystis*, *Spirulina*), bilden auf periodisch feuchten Felsen dunkle „Tintenstriche", sind Symbiosepartner in Flechten (*Chroococcus*, *Gloeocapsa*) und haben besonders in Sumpfreisfeldern eine landwirtschaftliche Bedeutung durch die Fähigkeit Luftstickstoff zu binden.

Gallertklumpen von *Nostoc* sp.

In fast allen Typen von Süßwassergewässern findet man Kolonien von *Nostoc* an ein Substrat geheftet, auch auf Böden, selten im freien Wasser. Sie bilden blaugrüne, olivgrüne bis bräunliche, kugelige oder unregelmäßig gelappte Klumpen bis einige Zentimeter Größe (Abb. 9). Darin eingebettet liegen Zellfäden aus perlschnurartig aufgereihten Zellen. Im Fadenverlauf und an den Fadenenden finden sich regelmäßig dickwandige Zellen (Heterocysten).

„Algenauftriebe" von *Oscillatoria*

Die mikroskopisch dünnen Fäden von Oscillatorien findet man weltweit in stehenden und fließenden Gewässern auf Sediment, Steinen und Wasserpflanzen, aber auch im Plankton und auf feuchter Erde.

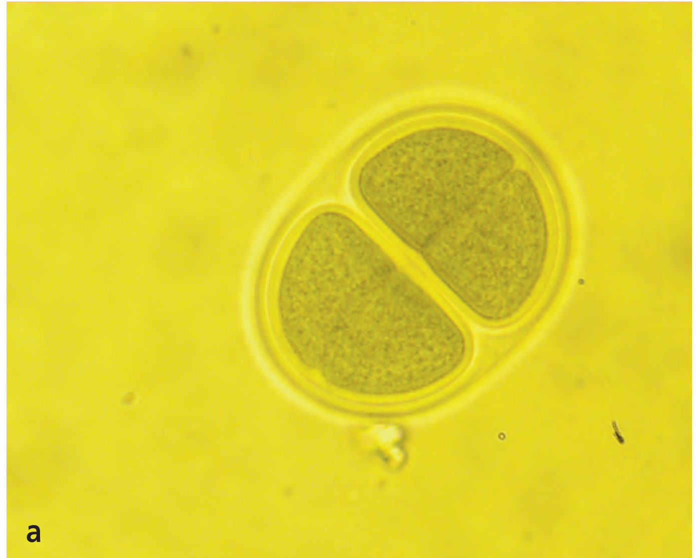
Zusammen mit Sedimentanteilen, ubiquitären Kieselalgen und anderen Einzellern steigen häufig flockenartige Gebilde von mehreren Zentimeter Größe vom Substrat an die Gewässeroberfläche, wenn die durch Fotosynthese entstandenen Sauerstoffbläschen dem Fadenaggregat hinreichend Auftrieb verleihen (Abb. 10).

Cyanobakterien im Mikroskop

Sowohl im Plankton als auch festsitzend wachsen Cyanobakterien (Cyanoprocaryota) als Einzelzellen oder in fädigen Zellreihen, auch mit unechter Verzweigung, ohne oder mit einfachen bis mehrschichtigen Begleitscheiden, in gallertig-flächigen oder kugeligen Zellaggregaten (Abb. 11).

Coenobien (Zellaggregate) von *Ducellieria chodati* (Oomycetes – Pilze!)

Die taxonomische Einordnung mancher Organismen ist manchmal gar nicht möglich, ohne ihren Entwicklungsverlauf zu kennen. *Ducellieria chodati* bildet Coenobien (Abb. 12), die als Zellaggregate an Algen erinnern. Als der gesamte Entwicklungszyklus noch unbekannt war, vermutete man in den Coenobien auf Grund von Untersuchungen an fixiertem, toten Material Chlorophyceae (1915) oder Xanthophyceae (1946). Erst durch Dauerbeobachtung am lebenden Material (bei Tag und in der Nacht) konnte der interessante Lebenszyklus aufgeklärt werden (Abb. 13) und die taxonomische Zuordnung zu den Oomycetes, Lagenidiaceae (Pilze!) erfolgen (KUSEL-FETZMANN & NOUAK 1981).



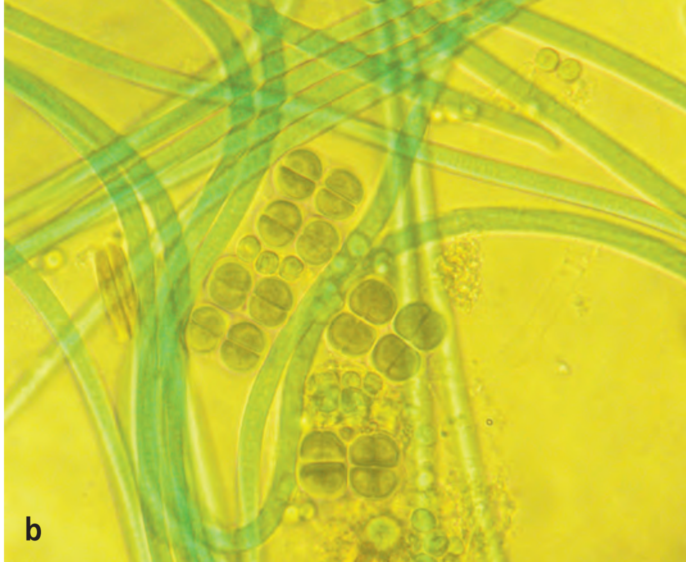




Abb. 11: Cyanobakterien (Cyanoprocaryota) im Mikroskop. **a**: *Chroococcus turgidus*, Teilungsstadium. **b**: *Chroococcus* und fädige Oscillatorien. **c**: cf. *Chamaesiphon* auf *Oedogonium* (Grünalge).

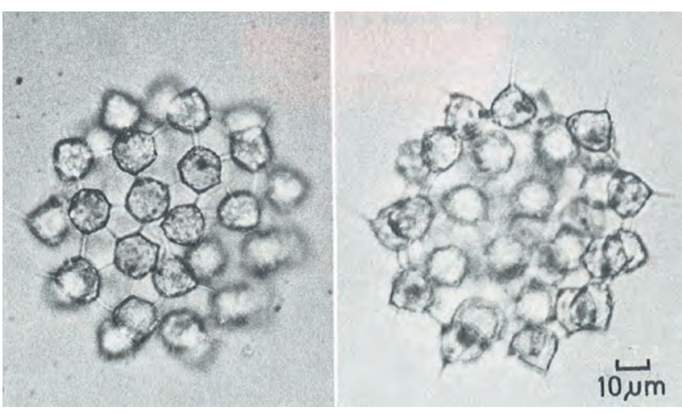


Abb. 12: Coenobien (Zellaggregate) von *Ducellieria chodati*, nach KUSEL-FETZMANN & NOUAK (1981).

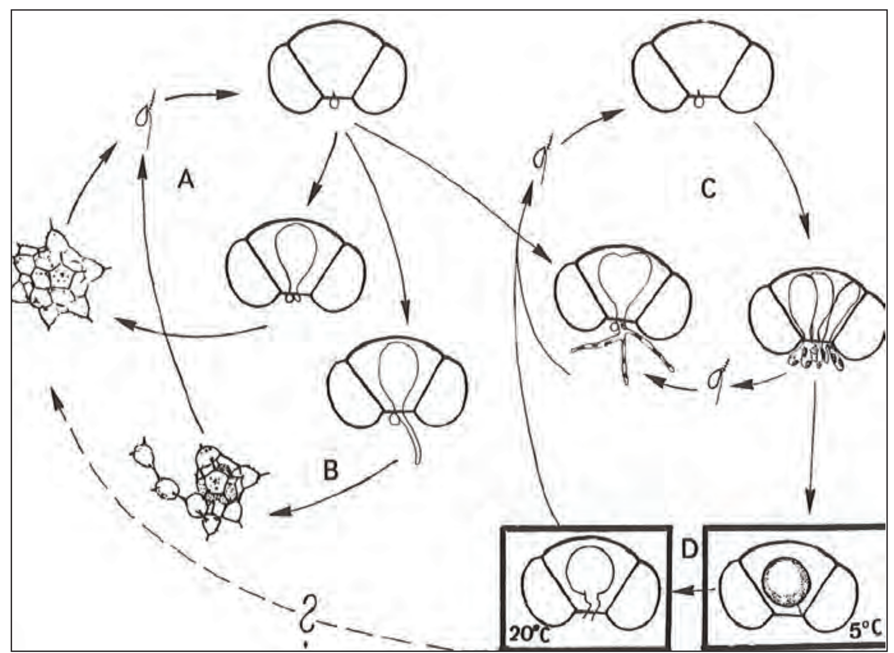


Abb. 13: Entwicklungszyklus von *Ducellieria chodati*, nach KUSEL-FETZMANN (1989). (**A**) Jede Zelle des Aggregates entlässt einen zweigeißeligen Schwärmer, der ein Koniferenpollenkorn befällt und darin zu einem Sporangium heranwächst. Die aus einem kurzen Entlassungsgang frei werdenden Sporen bilden ein neues Aggregat. (**B**) Bei späteren Zyklen werden die Entlassungsgänge immer länger und die entstehenden Aggregate immer unregelmäßiger. (**C**) Wenn die Entlassungsgänge noch länger oder verzweigt werden, kommt es nicht mehr zur Bildung von Aggregaten, sondern die Sporen schwärmen sogleich aus. (**D**) Falls mehrere Schwärmer ein und dasselbe Pollenkorn befallen, kann es durch einen Sexualvorgang zur Bildung von Dauersporen kommen. Diese keimen erst nach längerer Ruhe bei niederer Temperatur, wenn sie wieder bei höherer Temperatur mit frischen Pollenkörnern versorgt werden. Es schlüpfen Schwärmer aus, die im Versuch immer zu Zyklus C führen.

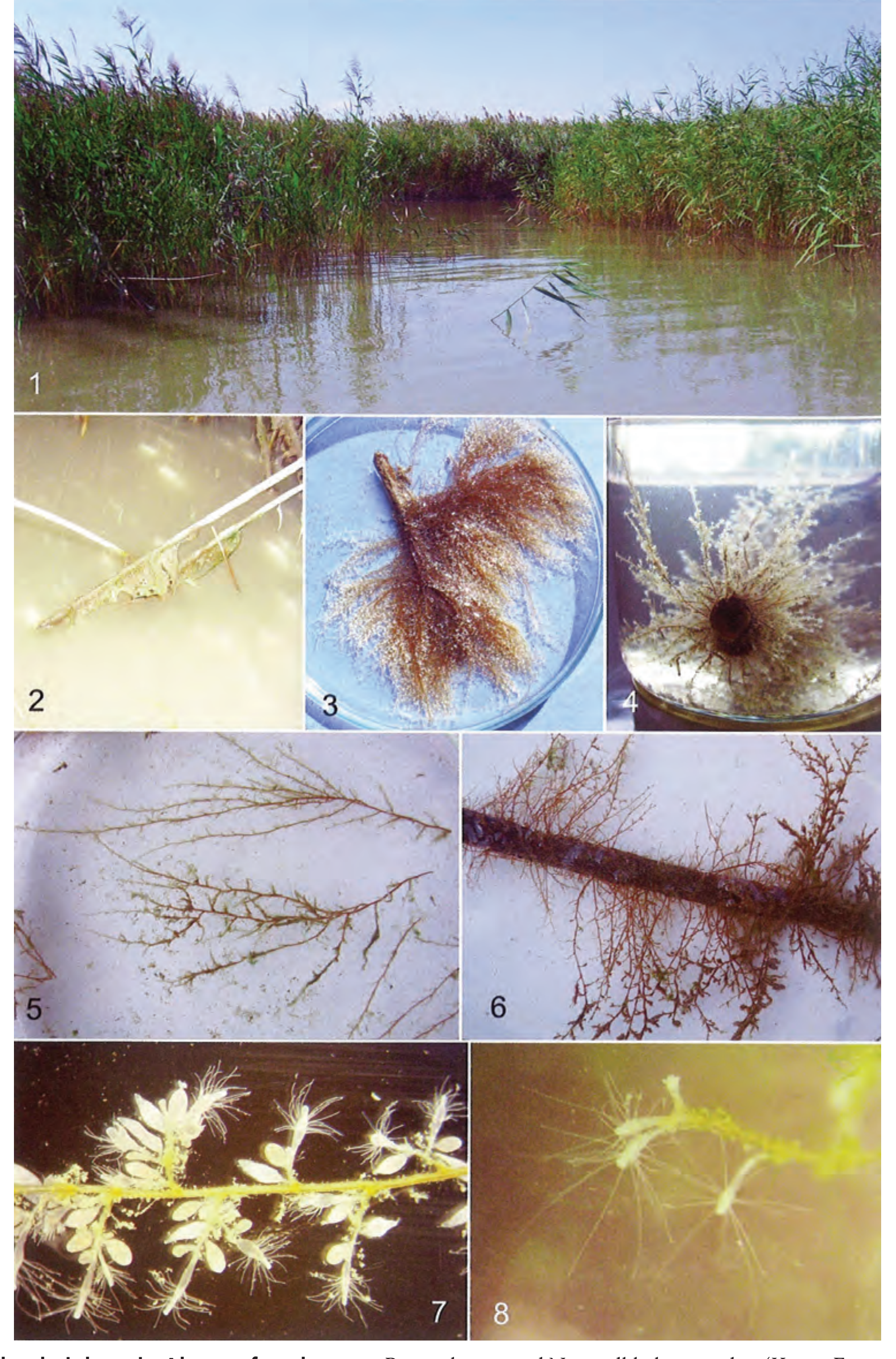


Abb. 14: *Cordylophora caspia* (Hydrozoa) auf Schilf, nach Kusel-Fetzmann & Kusel (2007). (**1**) Geschützte Buchten am seeseitigen Schilfrand. (**2**) Schilfhalm mit *Cordylophora*-Kolonien. (**3**) Dichtes Büschel von *Cordylophora* auf Schilfhalm (Erstfund). (**4**) Radiär vom Halm abstehende Polypenästchen. (**5**) Hydrocauli mit Seitenzweigen 1. und 2. Ordnung. (**6**) Halm mit alten oder abgestorbenen Kolonien. (**7**) Hydrocaulus mit Hydranthen und Gonophoren an Kurztrieben. (**8**) Nach einer Woche überlebende Polypen, Hungerzustand?

Makroskopisch scheinbar ein Algenaufwuchs: *Cordylophora caspia* (Hydrozoa)

Auch erfahrene Algologen können im Freiland gelegentlich Überraschungen erleben. So erwies sich ein bräunlicher Aufwuchs auf Schilfstängeln im Neusiedlersee als eine Kolonie von *Cordylophora caspia*, die makroskopisch an ein Algenbüschel erinnerte (Abb. 14). Zuerst in einem Schilfkanal südlich von Illmitz gefunden, konnten weitere Vorkommen bei Mörbisch, Rust, Breitenbrunn und Neusiedl belegt werden (Kusel-Fetzmann & Kusel 2007). *Cordylophora caspia* ist eine Brackwasser-Hydrozoe (Familie Clavidae), der auch der Chemismus des Wassers vom Neusiedlersee gute Wachstumsbedingungen bietet. Zeitpunkt und Ursprung der Einwanderung sind unbekannt.





Abb. 15: Bilder zur Ernte von Meeresalgen.

C. Nutzung und Bedeutung von Algen und Cyanobakterien

Historische und neuzeitliche Ernte von Meeresalgen

Felsige Meeresküsten bieten einer Fülle von Makroalgen ein geeignetes Verankerungssubstrat, ebenso wie Kaimauern, Pfähle oder lange ins Wasser getauchte Seile. Die gewaltige, rasch nachwachsende Biomasse ist für eine Nutzung besonders in Regionen mit starkem Tidenhub leicht zu ernten, weil bei Ebbe, außer an Steilküsten, oft große Gebiete trocken fallen. Algenernte an Meeresküsten hat eine lange Tradition (Abb. 15).

Algenernte an der Küste der Bretagne

Bei Roscoff an der äußeren nördlichen Küste der Bretagne gibt es (wie auch anderswo) ideale Bedingungen, um Meeresalgen zu ernten: Eine flache Felsküste und hohe Gezeitenschwankungen. Der Felsboden ist stabil genug, dass man mit Traktoren und Anhängern auf das Watt hinausfahren kann. Die Ernte wird mit Schiffen zur weiteren Verladung und Nutzung in den Hafen gebracht (Abb. 16). Zur Nutzung der Meeresalgen siehe das folgende Kapitel.

Ökologische, wirtschaftliche und prospektive Bedeutung der Algen und Cyanobakterien

In der Primärproduktion, im Stoffkreislauf aquatischer Lebensräume spielen Algen und Cyanobakterien eine ganz wichtige Rolle. Makroalgen, neuerdings auch Mikroalgen aus Algenkulturen, dienen in verschiedenen Produkten der menschlichen Ernährung, Algenextrakte finden eine zunehmende medizinisch-pharmazeutische Verwendung, Makroalgen werden in Küstenregionen als organischer Dünger auf Felder verbracht, sie sind für viele Meerestiere Laich- und Brutplatz. Untersuchungen zum ökologischen Toleranzbereich für die Kultivierung nutzbarer Arten sowie Populationsverschiebungen in natürlichen Lebensräumen durch mehr oder weniger aggressive invasive neue Arten in Folge der Verschleppung von Sporen und Keimlingen beim globalen Schiffsverkehr werden noch Generationen von Forschern beschäftigen.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit versucht, trotz begrenzten Volumens, einen Einblick in Lebensformen, Organisationshöhe und Strukturen eukaryotischer Algen zu vermitteln. Die früher zu den Algen gezählten „Blaualgen“,





Abb. 16: Transport und Verladung von Meeresalgen, überwiegend Braunalgen.

heute Cyanobakterien (Cyanoprocaryota), werden in ihrem Zellbau, mit Beispielen makroskopischer Aggregate und in mikroskopischer Ansicht dargestellt. Dass andere „Nicht-Algen“ wie Algen aussehen können, wird an zwei Beispielen gezeigt. Abschließend folgt eine Besprechung der ökologischen, wirtschaftlichen und prospektiven Bedeutung der Algen und Cyanobakterien.

Literatur

BRAUNE W. (2008): Meeresalgen. Ein Farbbildführer zu verbreiteten Grün- Braun- und Rotalgen der Weltmeere. — A.R.G. Gantner Verlag KG, FL 9491 Ruggell: 1-596.

GEITLER L. (1970): Beiträge zur epiphytischen Algenflora des Neusiedler Sees. — Österr. Botan. Zeitschr. **118**: 17-29.

FETZMANN E. (1960): Zum Vorkommen von *Endoderma perforans* HUBER im Salzlachengebiet am Neusiedler See. — Österr. Botan. Zeitschr. **107**: 453-462.

KUSEL-FETZMANN E. (1975): Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Neusiedler Sees I. — Sitz. Ber. Österr. Akad. Wiss., Math-nat. Kl. I **183**: 5-28.

KUSEL-FETZMANN E. (1979): The algal vegetation of Neusiedlersee. – Neusiedlersee, the limnology of shallow lake in central europe. — Monographiae biologicae **37**: 171-202.

KUSEL-FETZMANN E. (1989): *Ducellieria chodati* (DUC.) Teiling (Oomycetes, Lagenidiaceae) – Entwicklungszyklus. — Begleitveröffentlichung zum wissenschaftlichen Film P 2210 des ÖWF Wiss. Film (Wien) Nr. 40: 35-42.

KUSEL-FETZMANN E. (1996): New records of freshwater Phaeophyceae from lower Austria. — Nova Hedwigia **62** (1-2): 79-89.

KUSEL-FETZMANN E. (2002): Die Euglenophytenflora des Neusiedler Sees (Burgenland, Österreich). — Abh. Zool.-Bot. Ges. Österr. **32**: 1-25.

KUSEL-FETZMANN E. & H. KUSEL (2007): *Cordylophora caspia* PALLAS – Erstfund im Neusiedlersee. — Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **144**: 39-47.

KUSEL-FETZMANN E. & A. LOSERT (2001): *Cyclotella fottii* HUSTEDT aus dem Ohrid See (Albanien/Mazedonien) und ihre Abgrenzung zu ähnlichen fossilen Cyclotellen. — Lange-Bertalot-Festschrift: Studies on Diatoms. A.R.G. Gantner Verlag K.G, FL 9491 Rugell: 21-38.

KUSEL-FETZMANN E., NAIDENOW W. & B. RUSSEV (1998): Plankton und Benthos der Donau. – Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung der Societas Internationalis Limnologiae. — Ergebnisse der Donauforschung **4**: 1-376.

KUSEL-FETZMANN E. & H. NOUAK (1981): *Ducellieria chodati* – Alge oder Pilz? — Pl. Syst. Evol. 1**38**: 199-207.

LINNE VAN BERG, HOEF-EMDEN K., MARIN B. & M. MELKONIAN (2012): Der Kosmos Algenführer. Süßwasseralgen unter dem Mikroskop. — Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart: 1-366.

RIEDL R. (1983): Fauna und Flora des Mittelmeeres. — Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: 1-836.

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Elsa KUSEL-FETZMANN
Prof. Dr. Hermann KUSEL
In den Messerern 9
A-2340 Mödling, Austria
E-Mail: hermann.kusel@aon.at